



TITLE:

受精能獲得用培地におけるヒト射出精子の運動性におよぼす精漿の影響 - 全精液および分割精液から得た精漿による検討 -

AUTHOR(S):

眞田, 俊吾; 新井, 永植; 上田, 眞; 小倉, 啓司; 吉田, 修

CITATION:

眞田, 俊吾 ...[et al]. 受精能獲得用培地におけるヒト射出精子の運動性におよぼす精漿の影響 - 全精液および分割精液から得た精漿による検討 -. 泌尿器科紀要 1988, 34(11): 1965-1972

ISSUE DATE:

1988-11

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/119769>

RIGHT:

受精能獲得用培地におけるヒト射出精子の 運動性におよぼす精漿の影響

—全精液および分割精液から得た精漿による検討—

関西電力病院泌尿器科（部長：眞田俊吾）

眞田 俊吾，新井 永植，上田 眞

弥栄町国民健康保険病院泌尿器科（医長：小倉啓司）

小 倉 啓 司

京都大学医学部泌尿器科学教室（主任：吉田 修教授）

吉 田 修

LONG TERM EFFECTS OF HUMAN SEMINAL PLASMA FROM WHOLE SEMEN AND FROM DIFFERENT FRACTIONS OF SPLIT EJACULATE ON MOTILITY OF HUMAN EJACULATED SPERMATOZOA

Shungo SANADA, Eisyoku ARAI and Makoto UEDA

*From the Department of Urology, Kansai-denryoku Hospital
(Chief: Dr. S. Sanada)*

Keiji OGURA

*From the Department of Urology, Yasakacho-kokuminkenhoken Hospital
(Chief: Dr. K. Ogura)*

Osamu YOSHIDA

*From the Department of Urology, Faculty of Medicine, Kyoto University
(Director: Prof. O. Yoshida)*

A number of studies have implied that seminal plasma contains one or more factors that stimulate spermatozoal motility. On the other hand, many authors have shown that continuous, long term exposure to seminal plasma is detrimental to motility and survival of spermatozoa.

In this study we examined the long term effects of human seminal plasma not only from whole semen but also from different fractions of split ejaculate on motility of human ejaculated spermatozoa. Washed spermatozoa were incubated in modified BWW medium containing human serum albumin with or without seminal plasma. A considerable percentage of spermatozoa maintained good progressive motility for up to 20 h. when free from seminal plasma. Addition of seminal plasma (20%, v/v) obviously depressed the motility, particularly progressive motility. The most depressive effect occurred in the first (prostatic) fraction of split ejaculate, and the effect of the last (vesicular) fraction was less harmful. These observations suggest that seminal plasma has (a) factor(s) that impair the maintenance of spermatozoal motility which originate possibly from the prostate or epididymis, since both fluids of these accessory organs appear to be secreted mainly into the first portion of ejaculate.

(Acta Urol. Jpn. 34: 1965-1972, 1988)

Key words: Spermatozoal motility, Seminal plasma, Split ejaculate

緒 言

精巣上体尾部精子,あるいは射出精子でも洗滌によって精漿成分が取り除かれたものの運動性(ことに前進運動能)は著しく低く,これに精漿を加えると活発な前進運動を示すようになるが,これより,精漿中には,精子運動性に促進的に働く因子が存在すると考えられる¹⁻⁵⁾. Lindholmer^{3,6)}によると,ヒトでは,このような促進因子は前立腺に由来するという。いっぽう,精子が精漿と長時間にわたって接触していることは,運動性や生存性を保つうえでむしろ有害であるという報告も少なくない^{5,7,8)}.

今回われわれは,全精液ばかりでなく,3分割採取精液から得た精漿を用いて,受精能獲得用培地(modified BWB 液⁹⁾)で培養したヒト射出精子の運動性に与える精漿の影響について検討した。純粋な modified BWB 液中では,かなりの精子が20時間以上も良好な前進運動を保つのに対して,精漿を添加した場には,精子の運動性,ことに前進運動は明らかに抑制された。また,この精漿の抑制作用は,いわゆる“前立腺分画”で最も強く,“精囊分画”では比較的軽微であった。

実験方法

実験に用いた精漿および精子は,いずれもすでに子のある健康男子の精液(用手法による)から得た。

精漿の提供者は3名で,それぞれ通常的全精液採取を1回,3分割精液採取(ほぼ3等分になるように採取)を2回施行した。精漿は,これらの全精液(whole semen)と3分割精液(fraction I, II, III)を,7,500 G×20分間の遠心を2回繰り返すことによって分離し,使用まで-25°Cに冷凍保存した。なお,精漿中の Zn は原子吸光法, fructose は酵素法, free carnitine は Lewin ら¹⁰⁾の方法により測定した。

精子は,実験の都度同一の正常者(精漿の提供者とは異なる男子)の全精液から得た。

精子の洗滌や培養には,modified BWB 液⁹⁾にヒト血清アルブミン(HSA, crystallized and lyophilized, Sigma, Prod. No. A8,763)を0.3% (w/v)を加えたもの(HSA-mBWB)を,実験当日作成し,あらかじめ5% CO₂, 95%空気, 37°Cに通気して用いた。

実験当日にはまず,精子提供者より得た全精液に HSA-mBWB 10 ml を加え,精液静置法⁹⁾(40分間)によって回収した精子を遠心(375 G×5分間)によ

り HSA-mBWB で2度洗滌,沈澱した精子に少量の HSA-mBWB を加えて再度静置法(40分間)を行い,上清の運動良好精子浮遊液を採取する。5本のプラスチック製滅菌試験管にこの浮遊液を最終精子濃度 5×10^6 /ml になるように調整して移す。1本は対照用であり,純粋な HSA-mBWB に洗滌精子が浮遊した液であるが,他の4本には,精漿提供者の全精液および3分割精液から得た精漿が20% (v/v)含まれている。これら5種の精子浮遊液を CO₂ インキュベーター内(5% CO₂, 95%空気, 37°C)で培養し,以下の方法でそれぞれの精子運動性を経時的に観察した。

運動精子率(% motile spermatozoa, % MS)および前進運動精子率(% progressively motile spermatozoa, % PMS)は,光学顕微鏡下(×200)で, Makler 精子分析カウンターチェンバー内の精子約50を調べて算定した。前者は,活発な前進運動を示す精子から微かな尾部運動を示す精子まで,動いている全ての精子の割合であり,後者は,前進運動を示す精子のみの割合で,動いてはいるが前進性のないものは含まれない。

前進運動指数(progressive motility score, PM score)は,前進運動精子の平均速度を示すものであり, BEP (bulb exposure photography) 法¹¹⁾によった。すなわち,暗視野顕微鏡下で1秒間シャッターを開放して撮影を行い,これより測定した1秒間の前進速度を平均して, score 0 (前進運動精子なし), 1 ($0 < \text{平均速度} \leq 33 \mu\text{m}$), 2 ($33 \mu\text{m} < \text{平均速度} \leq 67 \mu\text{m}$), 3 ($67 \mu\text{m} < \text{平均速度} \leq 100 \mu\text{m}$), 4 (平均速度 $> 100 \mu\text{m}$) の5段階に分けたものである。Fig. 1 に具体例を示した。

結 果

1. 精漿提供者の精液検査所見 (Table 1)

精漿の提供者は前述のごとく3名(A, B, C)でそれぞれ全精液採取を1回(whole semen), 3分割精液採取を2回(split ejaculate-(1)および(2))施行した。3名とも全精液の精子濃度,精子運動性は正常であった。3分割精液では,精子濃度は fraction I > II > III であり,運動性は I, II で差がないが, III では不良であった。

副生殖腺分泌液の射出パターンを検討するため, split ejaculate-(2)より得た精漿を用いて,前立腺,精囊,精巣上体よりそれぞれほぼ特異的に分泌されるといわれる Zn, fructose, free carnitine¹⁰⁾の濃度を測定した。諸家の報告と一致して, Zn は I > II

>Ⅲ, fructose はⅢ>Ⅱ>Ⅰであった。free carnitine は, Zn ほど著明な差はないもののⅠ>Ⅱ>Ⅲであり, 精漿上体液も射精の初期ほど豊富に射出されるものと思われた。

以下の2, 3, 4の実験に用いた精漿は, whole semen および split ejaculate-(1) より分離したものである。

2. 運動精子率 (% MS) に及ぼす精漿の影響 (Fig. 2)

対照 (Control, 洗滌精子を純粋な HSA-mBWW 中で培養した場合) と比較して, 全精液から得た精漿を20%加えた場合 (W) も, fraction I, II, III から得た精漿を20%加えた場合 (I, II, III) も, 8時間まではほとんど差がない。それ以後では, 精漿添加群, ことにⅠで低下傾向を認めるものの, 各群間でそれほど顕著な差はなかった。

3. 前進運動精子率 (% PMS) に及ぼす精漿の影響

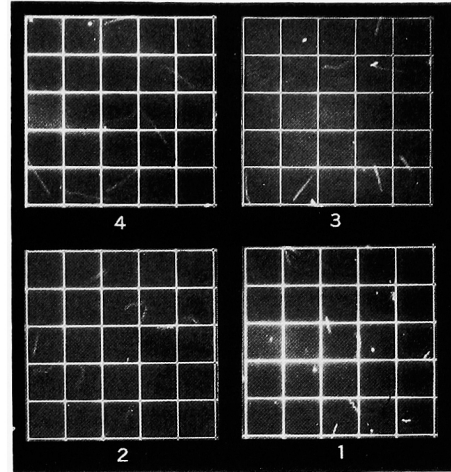


Fig. 1. Photographies, taken in dark field microscope with exposure time of 1 sec., showing progressive motility score 1~4.

Table 1. Parameters in the whole semen and split ejaculates of the three volunteers for seminal plasma

Volunteer for seminal plasma	Whole semen		Split ejaculate-(1)			Split ejaculate-(2)					
	Sperm concentration ($\times 10^6/\text{ml}$)	% motile sperm	Fr	Sperm concentration ($\times 10^6/\text{ml}$)	% motile sperm	Fr	Sperm concentration ($\times 10^6/\text{ml}$)	% motile sperm	Zn ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	Fructose ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	Free carnitine (μM)
A	140	85	I	300	55	I	250	55	23.7	63	675
			II	150	65	II	90	55	13.4	247	317
			III	14	30	III	14	50	1.6	342	143
B	40	90	I	150	70	I	200	95	30.7	225	508
			II	35	85	II	9	80	20.9	417	395
			III	1	17	III	0.2	10	7.4	609	269
C	200	80	I	300	50	I	300	33	45.8	3	338
			II	25	40	II	250	15	29.5	75	216
			III	14	25	III	130	7	11.9	322	219

(Fig. 3)

% PMS でみると, 対照に比べて精漿添加群の低下傾向は著明であり, ことにⅠでは短時間のうちに % PMS が低下し, 精漿添加後6時間では全ての実験で前進運動精子は皆無となった。Ⅰ, Ⅱ, Ⅲの中ではⅢが比較的良好な % PMS と維持したが, 対照と比較すると劣っていた。

4. 前進運動指数 (PM score) に及ぼす精漿の影響 (Fig. 4)

対照では, 前進運動を示す精子 (% PMS) が減少しても, 前進運動精子の平均速度 (PM score) は20時間後にもほとんど変化しない。これに対して精漿添加群では, 前進運動速度の低下も著明である。4~6時間以降の PM score は Control>III>II>Ⅰで

あり, WはほぼⅡと同様の变化を示した。

5. 培養液中の glucose, fructose 濃度の変化が精子運動性に及ぼす影響 (Table 2)

2, 3, 4の結果からは, 精子運動性, ことに前進運動は精漿の添加により抑制され, その抑制作用の強さは fraction I>II>III と考えられたが, 培養液のエネルギー源の差も無視できない。すなわち, 対照は glucose 100 mg/dl の環境で培養されたのに対し, 精漿添加群 (W, I, II, III) では glucose 80 mg/dl の環境で培養されたことになる。また Table 1 に示したように, fraction III では fraction I に比べて fructose 濃度が 300 mg/dl 前後高く, これらを20%添加したⅢとⅠでは fructose 濃度が 60 mg/dl 前後異なってくる。このような培地のエネルギー源の差が

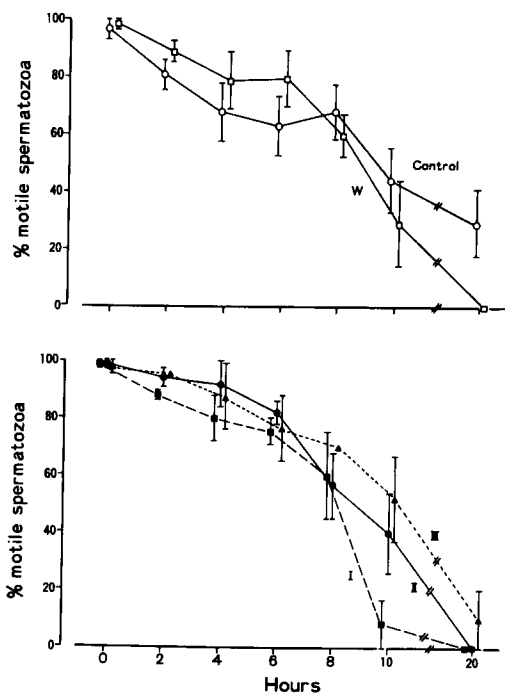


Fig. 2. Effects of seminal plasma on % motile spermatozoa. Washed spermatozoa were incubated in mBWW medium in the absence of seminal plasma (Control, \circ — \circ) and in the presence of 20% seminal plasma from whole semen (W, \square — \square) and from fraction I (I, \blacksquare — \blacksquare), II (II, \bullet — \bullet) and III (III, \blacktriangle — \blacktriangle) of split ejaculate. N=3. Mean \pm SEM.

精子運動性に影響してくる可能性が否定できないので、HSA や電解質など他の組成は同一であるが、glucose と fructose の濃度のみが異なる3種の培地で洗滌精子を培養し、その運動性に差があるか否かを検討した。HSA-mBWW (glucose 100 mg/dl, fructose 0 mg/dl) は対照と全く同じ条件であり、HSA-mBWW-1 (glucose 80 mg/dl, fructose 0 mg/dl) はIと、HSA-mBWW-2 (glucose 80 mg/dl, fructose 60 mg/dl) はIIIとほぼ同一の培養条件と考えられる。

その結果は Table 2 に示した通り、3種の培地で培養した精子の運動性 (% MS, % PMS, PM score) には全く差がなく、精漿の添加によって生じた運動性の差は、エネルギー源 (glucose, fructose) の濃度の違いによって生じたものとは考えられなかった。

考 察

精漿は、おもに副生殖腺 (精巢上体、精管、前立

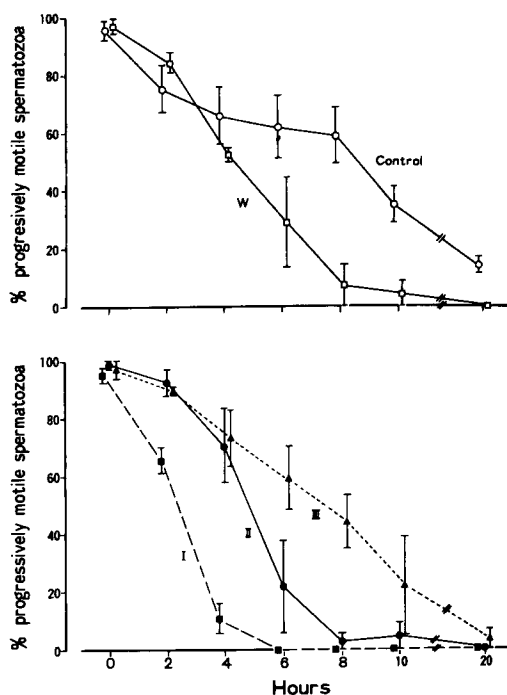


Fig. 3. Effects of seminal plasma on % progressively motile spermatozoa. N=3. Mean \pm SEM.

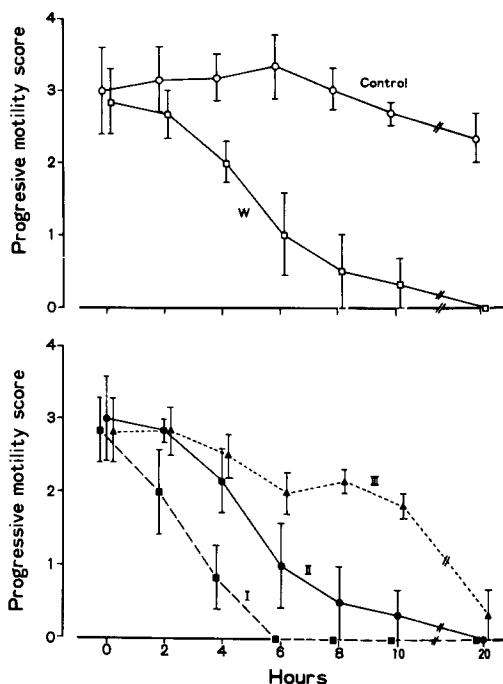


Fig. 4. Effects of seminal plasma on progressive motility score. N=3. Mean \pm SEM.

Table 2. % motile spermatozoa (% MS), % progressively motile spermatozoa (% PMS) and progressive motility score (PM score) when washed spermatozoa were incubated in three media with different concentrations of glucose and fructose. HSA-m-BWW contained 100 mg/dl glucose, HSA-m-BWW-1 80 mg/dl glucose and HSA-m-BWW-2 80 mg/dl glucose and 60 mg/dl fructose.

		hours						
		0	2	4	6	8	10	20
% MS	HSA-mBWW	92	95	97	83	88	100	80
	HSA-mBWW-1	88	89	100	80	91	90	73
	HSA-mBWW-2	92	100	100	90	78	91	75
% PMS	HSA-mBWW	92	95	97	75	88	100	40
	HSA-mBWW-1	88	84	100	80	91	90	55
	HSA-mBWW-2	92	100	100	90	78	91	42
PM score	HSA-mBWW	3.0	2.5	2.5	3.0	3.0	2.5	1.5
	HSA-mBWW-1	3.0	2.5	2.5	3.0	3.0	2.5	1.5
	HSA-mBWW-2	3.0	2.5	2.5	3.0	3.0	2.5	1.5

腺, 精囊, Cowper 腺, 尿道腺)の分泌物が混ざり合ったものであるが, その化学組成は血漿のそれとは著しく異なる。このような特異的組成は, 精漿が妊孕性に重要な働きをしていることを想像させる所以であるが, その詳細は未だ不明と言わざるをえない。精漿の役割としては, 単なる精子輸送の溶媒としての機能や, 雌性生殖器への作用(たとえば, 精子を受精の場である卵管へ運ぶのに必要な子宮平滑筋の収縮に精漿中の prostaglandin が関与している可能性がある)も考えられるが, 最も重要なものは, 精子環境を形成して精子の代謝や運動能, 受精能などに影響を与えることであろう。

雄性副生殖腺の中でも, 精漿上体が精子の成熟にきわめて重要な役割を果たしていることは疑う余地はない。精漿上体頭部の精子では運動能は著しく低く, 受精能力もほとんど認められないが, 尾部の精子は, そのままでは前進運動を示すものは少ないものの, 適当な媒液中では活発な前進運動を示し, また受精能をも備えている。このように, 精漿上体は精子成熟のための環境を整えると同時に, その分泌物の一部は直接精子に作用して各種の変化をもたらすと考えられる。

精漿上体における運動能の発達には cyclic AMP (cAMP) を中心とするエネルギー代謝が重視されている。加藤ら¹²⁾, 矢野ら¹³⁾の総説を要約すると, 精子が精漿上体頭部から尾部に移動する間に, 解糖や呼吸によって産生された ATP は adenylate cyclase の活性化により cAMP に変換され, 同時に cAMP phosphodiesterase が抑制される結果, 精子内 cAMP 含量はさらに増加する。cAMP の増加は

protein kinase を活性化し, tubulin-dynein 系蛋白質のリン酸化を促して精子の運動能が亢進するという。しかし, cAMP の増加のみでは, 精子尾部の鞭打運動は惹起できても, 前進運動能力を備えるには十分でないようであり, それ以外に精漿上体通過中にもたらされる tubulin-dynein 系の変化, もしくは精漿上体液中の何らかの因子が必要であると考えられる。Mohri ら¹⁴⁾ が成熟度の異なるハムスター精子を triton X-100 を用いて除膜し, ATP あるいは cAMP を加えて運動能を調べたところ, 本来はほとんど動かない精漿や精漿上体頭部の精子も活発な運動を示すようになった。しかし, これらの未熟精子の運動様式は精漿上体尾部精子や射出精子のそれとは異なっており, 前進運動にも乏しかった。この結果から, 精子のモーター装置である tubulin-dynein 系は精漿内で一応備わっているものの, その完成は精漿上体通過中に成されるものと思われる。また, Hoskins ら¹⁵⁾, Acott ら¹⁶⁾ は, cAMP phosphodiesterase 阻害剤によりウシ精漿上体頭部精子の尾部運動を誘起できるものの, 前進運動は得られず, これに精漿を加えると前進運動を開始することを見出した。この前進運動に必要な因子は精漿上体由来の糖蛋白であり, forward motility protein (FMP) と名付けられた。FMP はウシ以外にも, サル, ヒト, イヌ, ブタ, ゾウなどの精漿にも認められ, その作用には種特異性はなかったという。

精子の運動能の発達は精漿上体を通過することによって一応完了すると考えられるが, 精漿上体を離れた後にも, 精子の運動は射精時に加えられる前立腺分泌液や精囊分泌液によっても調節されるであろうし, あるいは雌性側の因子によっても影響を受けよう。今回われわれは, 成熟精子の運動が精漿によってどのような影響を受けるか, ことに前立腺分泌液がまず射出され, その後精囊分泌液が射出されるという不均一な射精パターンが, 精子の運動調節に如何なる意義を有するものかを検討する目的で実験を行ったが, 洗滌した(精漿成分が一応除去されたと考えられる)射出精子が長時間良好な運動性(ことに前進運動)を保つのに精漿は抑制的に働き, その作用は射精の前半の分画ほど強かった。このような作用がエネルギー源である glucose や fructose 濃度の差によって生じたものでないことは Table 2 よりも明らかであり, 他に何らかの抑制因子が精漿中に存在するものと思われた。

in vitro における成熟精子(精漿上体尾部あるいは射出精子)の運動性に対する精漿の作用については, われわれの以前に, 各種の動物種にわたって多数の研

究が成されているが、それらの結果は必ずしも一致しない。Morita ら¹⁾ はラットの精巣上体尾部精子を、Ashizawa ら²⁾ はニワトリの洗滌射出精子を用いて検討しているが、精漿を加えるとそれらの運動維持時間が延長されることを報告している。この運動維持に必要な因子を分析したところ、前者では分子量70,000~10,000の蛋白であり、後者では1,000以下の低分子物質であったという。ヒトの射出精子については、Lindholmer³⁾、前原ら⁴⁾ が、洗滌によって失われた前進運動が精漿の添加によって回復することを報告している。また Okamura ら¹⁷⁾ は、重炭酸イオンが精子のadenylate cyclase 活性を高めるとともに運動性を活発化させることから、精漿中の重炭酸塩は精囊(の)一つ)と考えている。精漿中の重炭酸塩は精囊に由来するという。これらの報告は、成熟精子の運動の維持や前進運動の開始に促進的に働く因子が精漿中に存在することを示唆するものであるが、ヒト^{3,18)}を含めた多くの動物種において、精巣上体尾部精子の運動性、ことに前進運動は乏しいにもかかわらず、射出精子が活発な前進運動を示すことを考えると、精巣上体より遠位の副生殖腺(おもに前立腺と精囊)分泌液中に促進的因子が存在するのは間違いないようである。しかしいっぽう、抑制的因子の存在を示す報告も少なくない。Dott ら⁷⁾ がウシ、ウサギ、ヒツジの精巣上体尾部精子を適当な培地で長時間培養した際に、精漿を加えると、ウシとヒツジで一時的に運動性が高まるものの、長時間ではいずれの種においても運動性の維持には有害であった。われわれとはほぼ同様の条件で実験を行った Kanwar ら⁸⁾ も、洗滌したヒト射出精子の運動性は、純粋な HSA 含有 BWW 液で培養した場合に比べて、精漿を加えた場合には低下が著明であったことを報告している。De Lamirande ら¹⁹⁾ は、射出精子の triton X-100 による除膜モデルを用いて、運動抑制因子について詳細な検討を行っている。前述のように、除膜処理によって運動を停止した精子は ATP を加えると活発な運動を示すようになるが、精漿の添加はこの ATP による精子運動を競合的に阻害するという。この阻害作用は、ヒトを含めた多くの動物種の精漿に遍在し、しかも種特異性は認められなかった。さらに、ウシの精漿で検討したところ、この因子はおもに精囊由来の高分子物質であったが、単独ではその作用は弱く、精囊以外の副生殖腺(前立腺あるいは精巣上体?)に由来する低分子物質と結合して強い抑制作用を発揮するという。これらの報告のほかに、促進因子と抑制因子の両方が精漿中に存在するとの報告もある。Baas ら⁵⁾ が、洗滌して運動性を

失ったウシの射出精子に精漿(vasectomyにより精巣上体液が混入しないようにしてある)を加えると運動性を回復するが、高濃度の精漿を加えると運動維持時間が短縮された。この運動回復に必要な促進因子は500以下の低分子物質、また運動維持抑制因子はそれより高分子の物質であったという。

以上のように、成熟精子の運動性に対する精漿の作用に関しては、促進的とする報告と、抑制的とする報告が半々であるが、よく検討してみると、これらの相反する結果は、精子運動性に対する精漿の作用を評価するための実験方法が、基本的に異なるために生じたものではないかと推察される。すなわち、促進作用を示唆する報告では、運動性の乏しい精巣上体尾部精子か、洗滌によって運動性が著しく失われた精子を実験に用いており、これに精漿を添加した後の比較的短時間の精子運動を観察しているのに対し、抑制作用を示唆する報告では、運動性が長時間良好な状態で維持されるような環境下(たとえば受精能獲得用培地など)においた精子を対照に、これに精漿を加えた場合の運動性の差を比較検討している。これらの点を考慮すると、そのままでは前進運動に乏しい精巣上体尾部精子(洗滌によって精漿成分を除去された射出精子もほぼこれに近いと考えられる)が潜在的に有している前進運動能を誘起する因子が精漿(精巣上体液を除く)中に存在するが、適当な環境下でいったん活発化した運動性を、精子が長時間維持するのに有害な因子もまた精漿中に含まれていると考えられよう。これを *in vivo* にあてはめて考えてみると、精巣上体尾部精子は射精の際に、精巣上体液にはない、他の副生殖腺に由来する因子に接触することにより、活発な前進運動を開始するが、雌性生殖器内に送り込まれた後には、長時間精漿と接触していることは運動性の維持には好ましくない、と言えるかも知れない。雌性生殖器内では、精子の受精能獲得は精漿由来の被膜(受精能破壊因子)が取り除かれることが第一段階となるが²⁰⁾、精漿の存在は、受精能獲得にばかりではなく、運動性の維持にとっても有害であると考えられよう。

いっぽう、射出される精液の性状が前半と後半で違っていることは、1786年にすでに Hunter が指摘しており、その後、精子の濃度や運動性ばかりでなく、化学的性状も著しく異なっていることが明らかになった。精漿成分を調べると、酸ホスファターゼや Zn など前立腺由来の物質の濃度は前半に高く、fructose など精囊由来の物質の濃度は後半に高いことは、Table 1にも示したとおりである。このような不均一な射精パターンが妊孕性に重要な意義を有していること

は、不妊の種馬や男子の中に通常とは逆の射精パターン(後半ほど精子濃度が高い)を示すものがあるという報告^{21,22)}からも窺われる。精子の運動も前半で良好で後半で不良であるが、その理由として、一つには、精子自体に違いがある(たとえば、後半に射出される精子はより未熟である)ことも考えられるが、一つには、精子の環境の違い(前立腺分泌液と精囊分泌液)が運動性に差を生ぜしめたとも考えられる。Lindholmer^{3,6)}が、洗滌したヒト射出精子を、これとは別に分割採取によって得た前半の精漿(前立腺分画)と後半の精漿(精囊分画)に懸濁、培養したところ、前者の運動性が明らかに良好であった。これより、精子運動性が前半と後半で異なるのは、精子自体に原因あるのではなく、精漿に原因がある、すなわち、前立腺分泌液には促進作用が、精囊分泌液には抑制作用があるためであろうと結論した。この考えは現在一般に受け容れられているが、今回われわれの得た結果はLindholmerの結果とは一見相反している。しかし、前にも述べたように、精漿には促進因子と抑制因子の両方が存在する可能性が強いことや、Lindholmerとわれわれの実験方法が異なることを考えれば、この相反する結果が必ずしも矛盾しているとは言えない。すなわち、同じ射出精子でも、Lindholmerは洗滌によってほぼ前進運動を停止した精子に各分画を加えて、その直後の短時間の精子運動について検討しているのに対して、われわれの実験ではHSA含有のmBWW液で洗滌し、さらに静置法によって回収した運動良好精子のみをHSA-mBWWに浮遊させ、これに各分画を添加して長時間運動性を観察している。Lindholmerの結果は、精巣上体尾部精子が射精とともに活発な前進運動を開始するのに必要な因子が前立腺分泌液中に存在することを示唆しているが、大部分の精子が前立腺分泌液とともに射出されることを考えれば、合目的なものと言える。いっぽうわれわれは、受精能獲得用培地という雌性生殖器官内により近い条件下で、精子が運動性、ことに前進運動を長時間維持するのに有害な因子もまた、前立腺分画に豊富であることを示した。ただ、その由来については、前立腺ばかりでなく精巣上体由来の可能性も否定できない。何故なら、free carnitineも射精の前半ほど高濃度であり(Table 1)、精巣上体液もおもに前立腺分画中に射出されると思われるからである。また、このような抑制因子が何故存在するのか、ことに射精の前半部に豊富なことの意義は不明で、今後さらに検討を要すると思われる。

本論文の一部は、第37回泌尿器科中部連台総会ラウンドテーブル・ディスカッション(1)、第7回日本アンドロロジー学会で発表した。

文 献

- 1) Morita Z and Chang MC: Maintenance of the motility of rat epididymal spermatozoa in the presence of male accessory secretions. *J Reprod Fertil* 24: 247-254, 1971
- 2) Ashizawa K and Okauchi K: Stimulation of sperm motility and oxygen consumption of fowl spermatozoa by a low molecular weight fraction of seminal plasma. *J Reprod Fertil* 71: 593-598, 1984
- 3) Lindholmer CH: The importance of seminal plasma for human sperm motility. *Biol Reprod* 10: 533-542, 1974
- 4) 前原郁夫, 佐藤滋彰, 佐藤和宏, 折笠精一: 分割射精により採取した精漿の精子運動性に対する作用について。日本アンドロロジー学会第7回学術大会講演抄録集: 115-116, 1988
- 5) Baas JW, Molan PC and Shannon P: Factors in seminal plasma of bulls that affect the viability and motility of spermatozoa. *J Reprod Fertil* 68: 275-280, 1983
- 6) Lindholmer CH: Survival of human spermatozoa in different fractions of split ejaculate. *Fertil Steril* 24: 521-526, 1973
- 7) Dott HM, Harrison RAP and Foster GCA: The maintenance of motility and the surface properties of epididymal spermatozoa from bull, rabbit and ram in homologous seminal and epididymal plasma. *J Reprod Fertil* 55: 113-124, 1979
- 8) Kanwar KC, Yanagimachi R and Lopata A: Effects of human seminal plasma on fertilizing capacity of human spermatozoa. *Fertil Steril* 31: 321-327, 1979
- 9) 星 和彦, 齊藤 晃: 精子の機能検査法, A-1. ハムスターテスト。体外受精・胚移植<基礎と臨床>, 鈴木雅州編, pp 23-28, 金原出版, 東京, 1985
- 10) Lewin LM, Shalev DP, Weissenberg R and Soffer Y: Carnitine and acylcarnitines in semen from azoospermic patients. *Fertil Steril* 36: 214-218, 1981
- 11) 浜野光市, 菅原七郎: 精子に関する実験。図説哺乳動物の発生工芸実験法, Ⅲ. 基本技術篇〔1〕精子, 菅原七郎編, pp 60-72, 学会出版センター, 東京, 1986
- 12) 加藤征史郎, 吉田重雄: 雄性生殖道液と精子の成熟。ホルモンと臨床 34増刊号: 126-135, 1986
- 13) 矢野 哲, 提 治, 佐藤和雄, 水野正彦: 精子のエネルギー代謝。ホルモンと臨床 34増刊号: 141-149, 1986
- 14) Mohri H and Yanagimachi R: Characteris-

- tics of motor apparatus in testicular, epididymal and ejaculated spermatozoa. A study using demembrated sperm models. *Exp Cell Res* **127**: 191-196, 1980
- 15) Hoskins DD, Hall ML and Munsterman D: Induction of motility in immature bovine spermatozoa by cyclic AMP phosphodiesterase inhibitors and seminal plasma. *Biol Reprod* **13**: 168-176, 1975
- 16) Acott TS, Johnson DJ, Brandt H and Hoskins DD: Sperm forward motility protein: tissue distribution and species cross reactivity. *Biol Reprod* **20**: 247-252, 1979
- 17) Okamura N, Tajima Y, Ishikawa H, Yoshii S, Koiso K and Sugita Y: Lowered levels of bicarbonate in seminal plasma cause the poor sperm motility in human infertile patients. *Fertil Steril* **45**: 265-272, 1986
- 18) Mooney JK, Horan AH and Lattimer JK: Motility of spermatozoa in the human epididymis. *J Urol* **108**: 443-445, 1972
- 19) De Lamirande E, Belles-Isles M and Gagnon C: Characteristics of a seminal plasma inhibitor of sperm motility. *Ann NY Acad Sci* **438**: 125-131, 1984
- 20) 入谷 明: 精子の受精能. *産婦人科の世界* **36**: 29-33, 1984
- 21) Mann T, Short RV, Walton A, Archer RK and Miller WC: The 'tail-end sample' of stallion semen. *J Agricult Sci* **49**: 301-312, 1957
- 22) Amelar RD and Hotchkiss RS: The split ejaculate. Its use in management of male infertility. *Fertil Steril* **16**: 46-60, 1965

(1988年7月12日受付)